

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月19日

出願番号

Application Number:

特願2002-272429

[ST.10/C]:

[JP2002-272429]

出願人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 5月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3035573

【書類名】 特許願

【整理番号】 K02013531A

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/738

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 神邊 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 檜上 竜也

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 屋久 四男

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 柏瀬 英一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

【氏名】 鈴木 博之

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録媒体および磁気記憶装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

非磁性基板上に第一の下地層、第二の下地層、及び第三の下地層を介して磁性層が形成されており、該第一の下地層が非晶質構造の合金からなり、該第二の下地層がTa層からなり、該第三の下地層がCrを主成分とした体心立方構造の合金からなり、該磁性層が非磁性中間層を介して互いに反強磁性結合した、複数のCoを主成分とした六方稠密構造の合金層からなる面内磁気記録媒体。

【請求項 2】

第一の下地層がCoを主成分とし、Zr、Ta、Nb、Ti、W、Mo、B、Siから選ばれた少なくとも一種類の元素を5at%以上、60at%以下含有している請求項 1 に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 3】

第一の下地層がNiを主成分とし、Ta、Nb、Zr、Ti、Pから選ばれた少なくとも一種類の元素を5at%以上、60at%以下含有している請求項 1 に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 4】

第一の下地層がCrを主成分とし、Ti、Zr、Ta、B、Siから選ばれた少なくとも一種類の元素を5at%以上、60at%以下含有している請求項 1 に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 5】

第一の下地層がNb、Zr、Ta、Mo、Tiから選ばれる少なくとも一種類の元素を主成分とし、Siを5at%以上、50at%以下含有している請求項1に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 6】

第一の下地層が、Ni-Ta合金である請求項1に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 7】

非磁性基板上に第一の下地層、第二の下地層、及び第三の下地層を介して磁性

層が形成されており、該第一の下地層がB2構造の合金からなり、該第二の下地層がTa層からなり、該第三の下地層がCrを主成分とした体心立方構造の合金からなり、該磁性層が非磁性中間層を介して互いに反強磁性結合した、複数のCoを主成分とした六方稠密構造の合金層からなる面内磁気記録媒体。

【請求項 8】

Crを主成分とした体心立方構造の合金からなる第三の下地層が、Cr-Ti-B合金である請求項1から7に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 9】

磁性層が実質的に(11.0)面を基板面と略平行にした配向をとっている請求項1から8に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 10】

基板面と略平行に測定した磁性層の粒径の平均値が、10nm以下である請求項1から9に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 11】

円周方向に測定した保磁力 H_{cc} と、半径方向に測定した保磁力 H_{cr} との比率 H_{cc}/H_{cr} が1.05以上である請求項1から10に記載の面内磁気記録媒体。

【請求項 12】

磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録用の電磁誘導型磁気ヘッドと再生用のスピナバルブ型磁気ヘッドを併せ持つ複合型ヘッドと、該ヘッドを磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、ヘッドの記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、該磁気記録媒体が請求項1から11までの何れかに記載の面内磁気記録媒体で構成されることを特徴とする磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、本発明は、コンピュータの補助記憶装置等に用いる磁気記憶装置、その磁気記憶装置に用いる磁気記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

IT産業の急速な発展に伴い、磁気ディスク装置に対する大容量化の要求が益々高まっている。これに対応するため、高感度な磁気ヘッドや、高S/Nな記録媒体の開発が求められている。媒体S/Nを向上させるには、高密度で記録したときの再生出力を向上させる必要がある。一般に記録媒体は、基板上に形成されたシード層と呼ばれる第一の下地層、Cr合金からなる体心立方構造の第二の下地層、磁性層、及びカーボン保護膜から構成される。磁性層には主にCoCrPtB、CoCrPtTa等、Coを主成分とする六方稠密構造の合金が用いられている。再生出力を向上させるには、磁性層に(11.0)面、もしくは(10.0)面を基板面と略平行とした配向をとらせて、磁化容易軸であるc軸を膜面内方向に向けることが有効である。磁性層の結晶配向はシード層によって制御できることが知られており、前者の配向はTa(特許文献1、特許文献2、特許文献3)やMgO(非特許文献1)、後者の配向はB2構造のNiAl合金(特許文献4)等をシード層に用いることによって得られることが報告されている。また、再生出力は基板表面に機械的なテクスチャ加工を施して、円周方向に磁気的な異方性を導入することによっても向上できることが知られている。従来、テクスチャ加工は主として、NiPメッキ膜がコーティングされたAl-Mg合金基板に対して行われてきた。しかし、特許文献5にはガラス基板表面にテクスチャ加工を施すことによっても、磁気的な異方性の導入が可能であることが開示されている。

【 0 0 0 3 】

一方、再生出力の向上と並んで媒体ノイズの低減も、媒体S/Nを向上させる上で重要な課題である。媒体ノイズを低減するには、磁性層の粒径微細化や、残留磁束密度(Br)と磁性層の膜厚(t)の積である $Br \cdot t$ の低減が効果的である。しかし、極度の粒径微細化や $Br \cdot t$ の低減は熱安定性の劣化を招くため、低ノイズ化には限界があった。近年、熱安定性と低ノイズ化を両立させる技術として、反強磁性結合媒体(非特許文献2、非特許文献3)が提案されている。これは、磁性層をRu中間層を介して反強磁性結合した二層構造としたものであり、単層の磁性層からなる媒体に比べて、磁性膜厚を厚く保ったまま $Br \cdot t$ を低く設定することができる。このため、熱安定性を維持したまま、媒体ノイズの低減が可能となった。

【 0 0 0 4 】

しかし、上記技術を組み合わせても、1平方ミリメートル当たり70メガビット以上の面記録密度を実現するには不十分であり、更に再生出力を向上させ、媒体ノイズを低減する必要がある。

【特許文献 1】

特開平4-188427号公報

【特許文献 2】

特開平8-212531号公報

【特許文献 3】

米国特許3298893号

【特許文献 4】

米国特許第5693426号

【特許文献 5】

特開2001-209927

【非特許文献 1】

Appl. Phys. Lett., vol. 67, pp. 3638-3640, December (1993)

【非特許文献 2】

Appl. Phys. Lett., vol. 77, pp. 2581-2583, October (2000)

【非特許文献 3】

Appl. Phys. Lett., vol. 77, pp. 3806-3808, December (2000)

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、高い媒体S/Nを有し、熱揺らぎに対しても十分に安定な面内磁気記録媒体を提供し、更に高感度な磁気ヘッドと組み合わせ、記録再生条件を最適化することにより、1平方ミリメートル当たり70メガビット以上の面記録密度を持った信頼性の高い磁気記憶装置を提供することである。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、非磁性基板上に第一の下地層、第二の下地層、及び第三の下地層

を介して磁性層が形成されており、該第一の下地層が非晶質構造の合金からなり、該第二の下地層がTa層からなり、該第三の下地層がCrを主成分とした体心立方構造の合金からなり、該磁性層が非磁性中間層を介して互いに反強磁性結合した、複数のCoを主成分とした六方稠密構造の合金層からなる面内磁気記録媒体を用いることにより実現される。

【 0 0 0 7 】

発明者らは、基板上に第一の下地層として非晶質合金からなる層を形成し、Ta層、Cr合金層を介して磁性層を形成することによって、強い(11.0)配向を有する媒体が得られることを見い出した。更に上記構成の媒体を、円周方向にテクスチャ加工を施した基板上に形成することにより、円周方向に強い磁気異方性を有する媒体が得られることを見い出した。第一の下地層としては、Coを主成分とし、Zr、Ta、Nb、Ti、W、Mo、B、Siから選ばれた少なくとも一種類の元素を5at%以上、60at%以下含有した非晶質合金、Niを主成分とし、Ta、Nb、Zr、Ti、Pから選ばれた少なくとも一種類の元素を5at%以上、60at%以下含有した非晶質合金、Crを主成分とし、Ti、Zr、Ta、B、Siから選ばれた少なくとも一種類の元素を5at%以上、60at%以下含有した非晶質合金、もしくはNb、Zr、Ta、Mo、Tiから選ばれる少なくとも一種類の元素を主成分とし、Siを5at%以上、50at%以下含有する非晶質合金層等を用いるとよい。ここで、非晶質とはX線回折スペクトラムにおいてハローパターン以外の明瞭な回折ピークを示さないこと、もしくは高分解能電子顕微鏡にて撮影した格子像から得られた平均粒径が5nm以下であることを指す。添加元素の含有率が前記組成範囲を越えると、非晶質構造をとり難くなり、結晶化が進むので好ましくない。また、第一の下地層にCoを主成分とする合金を用いる場合は、該下地層の磁化を低減、もしくは消滅させるために、Cr、V、Mn等を添加してもよい。第一の下地層としては、非晶質構造をとる材料であれば同様の効果が得られるため、上記以外の合金材料でも特に制限はない。非晶質合金以外にも、Ni-50at%Al等のB2構造の合金を第一の下地層として使用することができる。この場合も、非晶質合金を使用した場合と同様の効果が得られる。上記第一の下地層上に第二の下地層としてTaを形成することにより、Crを主成分とした体心立方構造の合金からなる第三の下地層に(100)配向をとらせることができる

。第三の下地層に強い(100)配向をとらせるには、Ta膜厚を1～10nmの範囲内とすることが望ましい。また、Ta層形成後、酸素雰囲気中、もしくはArに酸素を添加した混合ガス雰囲気中でTa表面を人工的に酸化させることによっても、第三の下地層の(100)配向性を高めることができる。

【0008】

第三の下地層に用いる材料は、CrTi、CrMo、CrW等、Crを主成分とした体心立方構造の合金であれば、特に制限はない。また、これらの合金層からなる多層構造としてもよい。第三の下地層としてCrTiB合金を用いると、磁性層の粒径が微細化され、媒体ノイズが低減されるので特に望ましい。

【0009】

磁性層は、例えば基板側の磁性層（下部磁性層）と、Ru等の中間層を介してこれと反強磁性結合した保護膜側の磁性層（上部磁性層）からなる構成とすることができる。上部磁性層、下部磁性層とも、Coを主成分とした六方稠密構造の合金であれば、特に制限はない。また、三層以上のCo合金層が非磁性中間層によって分断された多層構成としてもよい。磁性層を分断する中間層も、非磁性材料であれば、特に制限はない。

【0010】

基板はガラス基板、NiPメッキ膜をコーティングしたAl-Mg合金基板、セラミックス基板等を用いることができる。テクスチャ加工により表面に同心円状の溝が形成された基板を用いると、円周方向の保磁力が半径方向の保磁力よりも高くなるので、出力分解能を高めることができる。テクスチャ加工は基板表面に直接行っても良いし、第一の下地層、もしくは第二の下地層を形成した後に行ってもよい。

【0011】

上記の磁気記録媒体を、記録用の電磁誘導型ヘッドと再生用のスピンバルブ型ヘッドを併せ持つ複合型磁気ヘッドと共に装置に組み込むことにより、本発明の第二の目的である1平方ミリメートル当たり70メガビット以上の面記録密度を持った信頼性の高い磁気記憶装置を提供することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施例について、図面を参照し詳細に説明する。

(実施例 1)

図1に本発明の磁気記録媒体の一実施の形態の断面構造図を示す。表面を化学強化したアルミノシリケートガラス基板10をアルカリ洗浄し、乾燥させた後、第一の下地層11として厚さ30nmのNi合金、第二の下地層12として2nmのTa層を室温で形成した。ランプヒーターにより基板の温度を約240℃になるように加熱した後、第三の下地層13として厚さ10nmのCr-15at%Ti-5at%B合金を形成した。更に厚さ3.8nmのCo-16at%Cr-6at%Pt合金からなる下部磁性層14、厚さ0.6nmのRu中間層15、厚さ17.2nmのCo-18at%Cr-12at%Pt-8at%B合金からなる上部磁性層16を順次形成し、保護層として3.2nmのカーボン膜17を形成した。第一の下地層にはNi-45at%Ta、Ni-35at%Nb、Ni-35at%Zr、Ni-20at%P、Ni-50at%Ti、もしくはNi-20at%Cr-10at%Zr合金を用いた。カーボン膜形成後、パーフルオロアルキルポリエーテルを主成分とする潤滑剤を塗布して厚さ1.8nmの潤滑層18を形成した。上記多層膜の形成はインテバック (Intevac) 社製の枚葉式スパッタリング装置 (MDP250B) を用いて行った。このスパッタリング装置のベース真空度は $1.0 \sim 1.2 \times 10^{-5}$ Paであり、タクトは9秒とした。第一の下地層から上部磁性層までは0.93PaのArガス雰囲気中で行い、カーボン保護膜はArに窒素を10%添加した混合ガス雰囲気中で形成した。

【0013】

【表 1】

表 1

試料番号	第一の下地層	Hc (kA/m)	Br-t (T·nm)	Hx (kA/m)	分解能 (%)	規格化ノイズ (mVrms/mVpp)	媒体S/N (dB)
101	Ni-45at%Ta	303	4.1	53	51	0.0342	23.5
102	Ni-35at%Nb	275	4.2	52	54	0.0388	22.9
103	Ni-35at%Zr	309	4.1	50	51	0.0395	22.2
104	Ni-20at%P	291	4.3	53	53	0.0397	22.5
105	Ni-30at%Ti	312	4.0	52	52	0.0367	23.0
106	Ni-20at%Cr-10at%Zr	317	3.9	49	51	0.0398	22.2

【0014】

表1に本実施例で得られた媒体の磁気特性、及び記録再生特性を示す。ここで

、磁気特性の評価は試料振動型磁力計（VSM）を用いて、円周方向へ最大796kA/mの磁界を印加して室温にて行った。また、記録再生特性は、シールドギャップ長（Gs）が94nm、リードのトラック幅（Twr）が320nmのGMRヘッドと、ギャップ長（Gl）が140nm、トラック幅（Twr）が420nmの書き込みヘッドからなる複合ヘッドを用いて評価した。何れの媒体も270kA/m以上の高い保磁力を示した。図2に試料番号101の媒体の磁化曲線を示す。印可磁界が53kA/m付近で下部磁性層の磁化反転を示す段差がみられた。この段差が発生する磁界（図中P点）を結合磁界 H_x と定義した。本実施例の媒体の H_x は全て正の値であった。このことは上部磁性層と下部磁性層は反強磁性結合しており、残留磁化状態では下部磁性層の磁化は上部磁性層の磁化と反平行状態になっていることを示している。よって本実施例媒体の残留磁化 $Br \cdot t$ は、上部磁性層の残留磁束密度 Br_1 、及び膜厚 t_1 と下部磁性層の残留磁束密度 Br_2 、及び膜厚 t_2 を用いて概ね $Br \cdot t = Br_1 \cdot t_1 - Br_2 \cdot t_2$ となっていると考えられる。また、本実施例媒体の記録再生特性は極めて良好であり、何れの媒体も22dB以上の高い媒体S/Nを示した。特に第一の下地層にNi-Taを用いた媒体が低い規格化ノイズを示し、Ni-P、Ni-Nb合金を用いた媒体が高い分解能を示した。ここで規格化ノイズは、最高線記録密度24.8kFC/mm（631kFCI）で記録したときの媒体ノイズ（NdHF）と孤立再生波出力（So）を用いて規格化ノイズ $= NdHF / So$ と定義し、分解能は最高線記録密度の2分の1の線記録密度12.4kFC/mmの再生出力SMFを用いて分解能 $= SMF / So$ と定義した。また媒体S/Nは、媒体 $S/N = 20 \log (SMF / NdHF)$ と定義した。

【 0 0 1 5 】

図3に試料番号101の媒体のX線回折プロファイルを示す。ここでX線源にはCuK α 1線を用いた。2 $\theta = 73^\circ$ 付近に磁性層からの（11.0）面からの回折ピークがみられた。これは、磁性層が（100）配向したCr-Ti-B下地層上にエピタキシャル成長した結果と考えられる。Cr-Ti-B下地層は10nmと薄いため、該下地層の200回折ピークはわずかしき観測されていない。上記媒体で第一の下地層に用いたNi-45at%Ta合金のみを、室温で30nm形成した単層膜のX線回折プロファイルを図4に示す。2 $\theta = 40 \sim 43^\circ$ にブロードなハローパターンがみられることより、Ni-Ta合金層は非晶質構造であることがわかる。本実施例の他の媒体についても全て同様の回

折パターンが観測され、何れの媒体も磁性層は(11.0)配向しており、第一の下地層は非晶質構造であることを示した。

【0016】

透過型電子顕微鏡観察(TEM観察)を行い、試料番号101の媒体の磁性層の平均粒径を以下の手順で見積もった。まず、約200万倍の表面格子像を撮影し、各結晶粒の面積を算出した。このとき、格子縞が同一方位を持つ領域を一つの結晶粒と見なし、c軸を互いに直交させて隣接した構造(バイクリスタル構造)をとる結晶粒は異なる結晶粒とした。次に各結晶粒と同一面積の真円の直径を見積もり、これを該結晶粒の粒径と定義した。約300個の結晶粒の粒径を上記手法により算出し、それらの算術平均をとって平均粒径とした。図5に粒径のヒストグラムを示す。得られた平均粒径は8.9nmと極めて微細であり、標準偏差を平均粒径で規格化した値は28%と、粒径分散も均一であった。

(比較例1)

実施例1と同様な層構成で、下地層が二層の媒体を作製した。実施例1と同一手法で洗浄、乾燥させたアルミノシリケートガラス基板上に、第一の下地層として膜厚5~30nmのTa層、もしくは30nmのNi-45at%Taを室温で形成した。ランプヒーターにより基板温度を約240℃まで加熱した後、Cr-15at%Ti-5at%B下地層、磁性層、カーボン保護膜と順次形成した。基板加熱以降の各層の組成、膜厚、及び成膜プロセスは全て実施例1の媒体と同一とした。

【0017】

【表2】

表 2

試料番号	第一の下地層	Hc (kA/m)	Br·t (T·nm)	Hx (kA/m)	分解能 (%)	規格化ノイズ (mVrms/mVpp)	媒体S/N (dB)
111	Ta (30nm)	281	3.9	57	47	0.0417	21.0
112	Ta (20nm)	278	4.0	52	48	0.0422	21.1
113	Ta (10nm)	243	4.1	46	51	0.0477	20.6
114	Ta (5nm)	209	4.1	39	51	0.0542	19.5
115	Ni-45at%Ta (30nm)	309	4.0	50	48	0.0417	21.2

【0018】

表2に、実施例1と同様の手法で評価した本比較例媒体の磁気特性、及び記録再生特性を示す。第一の下地層にTaを用いた媒体では、Ta膜厚の増加に伴って、保

磁力、媒体S/N共に増加した。これらの媒体は実施例1で第一の下地層を省略した構成であるが、最も良好な特性を示した媒体（試料番号113）でも、実施例1で得られた媒体に比べて磁気特性、記録再生特性共に大幅に下回っていた。一方、第一の下地層にNi-Ta合金を用いた媒体（試料番号114）は、実施例1の試料番号101の媒体で、第二の下地層を省略した構成である。この媒体は試料番号101の媒体と保磁力はほぼ同程度であったが、分解能が低く、媒体S/Nも2dB以上低かった。

（実施例2）

基板表面に同心円状のテクスチャ加工が施されたガラス基板上に、第一の下地層としてCo-30at%Cr-12at%Zr、Co-30at%V-12at%Ta、Mo-30at%Si、Nb-20at%Si、Zr-15at%Si、Cr-20at%Zr、Cr-20at%Ti、Cr-10at%B、Ta-30at%Si、もしくはTi-30at%Siを20nm形成した。第二の下地層としてTaを3nm形成した後、ランプヒーターにより280℃まで基板加熱を行い、8nmのCr-20at%Ti-3at%B下地層、磁性層、カーボン保護膜と順次形成した。磁性層は実施例1と同一の層構成とした。

【0019】

【表3】

表 3

試料番号	第一の下地層	Hcc (kA/m)	HcOR	Hx (kA/m)	分解能 (%)	規格化ノイズ (mVrms/mVpp)	媒体S/N (dB)
201	Co-30at%Cr-12at%Zr	292	1.09	48	52	0.0401	22.3
202	Co-30at%V-12at%Ta	287	1.15	52	53	0.0422	22.0
203	Mo-30at%Si	311	1.08	47	51	0.0415	21.8
204	Nb-20at%Si	324	1.05	48	49	0.0402	21.7
205	Zr-15at%Si	321	1.07	44	50	0.0408	21.8
206	Cr-20at%Zr	302	1.09	51	51	0.0425	21.6
207	Cr-20at%Ti	282	1.14	51	52	0.0419	21.9
208	Cr-10at%B	305	1.09	47	51	0.0412	21.9
209	Ta-30at%Si	318	1.06	54	49	0.0405	21.7
210	Ti-30at%Si	320	1.06	53	50	0.0410	21.7

【0020】

本実施例で得られた媒体のX線回折測定を行ったところ、全ての媒体に於いて、試料番号101の媒体と同様、磁性層の(11.0)面からの回折ピークと第一の下地層からのブロードなハローパターンのみが観察された。本実施例媒体の磁気特性、及び記録再生特性を表3に示す。ここで、HcORは周方向に磁界を印可して測定した保磁力Hccと、半径方向に磁界を印加して測定した保磁力Hcrを用いてHcOR

= H_{cc}/H_{cr} と定義した値である。また、記録再生特性の評価は $T_{wr}=200\text{nm}$ 、 $T_{ww}=270\text{nm}$ のヘッドを用いて評価した。何れの媒体も H_{cOR} は1.05以上であり、円周方向に磁気異方性が導入された媒体であることを示した。特に第一の下地層にCo、もしくはCrを主成分とした合金材料を用いた媒体（試料番号201、202、206、207、208）の H_{cOR} が高く、51%以上の高い出力分解能を示した。また、Siを含有する合金材料を第一の下地層に用いた媒体（試料番号203、204、205、209、210）は H_{cOR} はやや低いものの、規格化ノイズも低く、21.7dB以上の良好な媒体S/Nを示した。

（比較例2）

実施例2と同一の成膜装置を用いて、基板上に厚さ30nmのZr、Ti、Mo、W、Cr、もしくはVの単層膜を30nm、室温にて形成した。得られた単層膜のX線回折測定を行ったところ、全ての回折スペクトルに於いて単数、もしくは複数の鋭い回折ピークが観察された。このことは、上記単層膜が何れも結晶質であることを示している。上記材料を第一の下地層に用いた媒体を、実施例2と同様な層構成で作製した。第二の下地層以降の層構成、組成、及び成膜プロセスは全て実施例2と同一である。得られた媒体のX線回折測定を行ったところ、第一の下地層にTi、W、Vを用いた媒体では、磁性層からの（11.0）面からの回折ピークの他に（10.0）面や、（00.1）面からの回折ピークが確認された。一方、Zr、Cr、Moを用いた媒体では、磁性層の（11.0）面からの回折ピークのみが観察されたが、ピーク強度は実施例2で示した媒体に比べて30～50%低かった。本比較例で得られた媒体の H_{cc} は、第一の下地層に非晶質合金を用いた実施例2の媒体の H_{cc} を大幅に下回っていた（表4）。これは、上述のように磁性層の（11.0）配向が弱いためと考えられる。また、 H_{cOR} も1.05以下であり、円周方向への異方性の導入効果も弱いことがわかる。このため、高い分解能も得られず、媒体S/Nは実施例2の媒体に対して2～3dB程度低かった。尚、Tiを用いた媒体（試料番号212）は再生出力が極めて低かったため、記録再生特性の評価が不可能であった。

【 0 0 2 1 】

【表 4】

表 4

試料 号	第一の下地層	H _{cc} (kA/m)	H _{cOR}	H _x (kA/m)	分解能 (%)	規格化ノイズ (mVrms/mVpp)	媒体S/N (dB)
211	Zr	273	1.02	51	46	0.0489	19.5
212	Ti	121	1.01	12	-	-	-
213	W	195	1.02	23	41	0.0486	18.5
214	Mo	254	1.04	20	45	0.0465	19.7
215	Cr	266	1.03	27	46	0.0491	19.4
216	V	196	1.04	22	42	0.0504	18.4

【0 0 2 2】

(実施例 3)

NiPメッキ膜をコーティングしたAl-Mg合金表面に同心円状のテクスチャ加工が施された基板を280℃まで加熱し、第一の下地層としてNi-50at%Al、Ni-50at%Ti、Fe-50at%Al、Fe-50at%Ti、Fe-50at%V、Co-50at%Fe、Co-50at%Ti、Co-50at%Zr、Co-50at%Al、Ru-50at%Al、Mn-50at%Al、もしくはMn-50at%Vを60nm形成した。第一の下地層は、2つのチャンバーを使用して30nmずつ二段階に分けて形成した。その後、5nmのTa層、15nmのCr-30at%Mo-3at%B、3nmのCo-37at%Cr、磁性層、保護膜と順次形成した。磁性層は5nmのCo-19at%Cr-10at%Pt-4at%Bからなる第一の磁性層、0.7nmのRu中間層、22nmのCo-16at%Cr-12at%Pt-5at%B-2at%Cuからなる第二の磁性層で構成される二層構造とした。

【0 0 2 3】

円周方向に磁界を印加して本実施例媒体の磁化曲線を測定したところ、H_xは40～55kA/mであり、第一の磁性層と第二の磁性層が反強磁性結合していることがわかった。表5に磁気特性、及び記録再生特性を示す。

【0 0 2 4】

【表 5】

表 5

試料番号	第一の下地層	H _{cc} (kA/m)	H _{cOR}	Ku·v/kT	媒体S/N (dB)
301	Ni-50at%Al	334	1.15	87	22.5
302	Ni-50at%Ti	321	1.08	94	21.9
303	Fe-50at%Al	318	1.15	90	22.0
304	Fe-50at%Ti	325	1.13	92	21.9
305	Fe-50at%V	333	1.14	88	22.3
306	Co-50at%Fe	307	1.16	90	21.7
307	Co-50at%Ti	311	1.10	88	21.6
308	Co-50at%Zr	318	1.09	87	22.2
309	Co-50at%Al	317	1.14	99	22.0
310	Ru-50at%Al	329	1.21	102	22.4
311	Mn-50at%Al	325	1.31	105	22.2
312	Mn-50at%V	316	1.11	95	22.3

【0025】

ここで、Ku·v/kT (Ku: 結晶磁気異方性定数、v: 磁性結晶粒の体積、k: ボルツマン定数、T: 絶対温度) は例えば、J. Magn. Magn. Mater. 127, p.233 (1993) に示されているように、室温における7.5秒から240秒までの残留保磁力の時間依存性を、Sharrockの式にフィッティングして求めた。発明者らの検討では、この手法により求めたKu·v/kTが概ね85以上であれば、熱揺らぎによる出力減衰を抑制でき、信頼性上問題はないという結果を得た。本実施例媒体のKu·v/kTは全て85以上であり、熱揺らぎに対して十分に安定であることがわかる。また、媒体S/Nも21.6dB以上と良好な値が得られた。

(実施例4)

化学強化された平滑なソーダ石灰ガラス基板を100℃まで加熱し、第一の下地層としてCo-30at%Cr-8at%Nb、Co-30at%Cr-10at%Ti、Co-30at%Cr-8at%W、Co-34at%Mn-12at%Mo、Co-34at%Mn-10at%B、Co-10at%V-8at%Si、Cr-40at%Ta、もしくはCr-15at%Siを22nm形成し、第二の下地層としてTaを4nm形成した。第二の下地層形成後、基板を真空装置から取り出し、表面に同心円状のテクスチャ加工を施した後、再び真空装置に導入した。ランプヒーターにより220℃まで基板加熱を行った後、5nmのCr-10at%Ti-7at%B合金層、5nmのCr-20at%W合金層、磁性層、4.5nmのカーボン保護膜と順次形成した。磁性層は4nmのCo-15at%Cr-8at%Pt-10at%Bか

らなる第一の磁性層、4nmのCo-15at%Cr-8at%Pt-10at%Bからなる第二の磁性層、及び24nmのCo-18at%Cr-12at%Pt-6at%B-2at%Cuからなる第三の磁性層で構成し、各磁性層の間には0.7nmのRu中間層を形成した。

【 0 0 2 6 】

【表 6】

表 6

試料番号	第一の下地層	H _{cc} (kA/m)	H _{cOR}	媒体S/N (dB)	出力減衰率 (%)
401	Co-30at%Cr-8at%Nb	348	1.22	21.6	0.92
402	Co-30at%Cr-10at%Ti	351	1.31	22.0	0.75
403	Co-30at%Cr-8at%W	333	1.28	21.5	0.95
404	Co-34at%Mn-12at%Mo	345	1.25	21.8	0.81
405	Co-34at%Mn-10at%B	339	1.28	21.4	0.85
406	Co-10at%V-8at%Si	342	1.27	21.3	0.99
407	Cr-40at%Ta	346	1.33	21.9	0.81
408	Cr-15at%Si	344	1.35	22.4	0.76

【 0 0 2 7 】

表6に示すように、本実施例で得られた媒体のH_{cc}は全て330kA/m以上と高く、H_{cOR}は全て1.2以上あった。本実施例媒体のH_{cOR}は、ガラス基板表面に直接テクスチャ加工を施した実施例2の媒体に比べて高かった。このことは、下地層を形成した後にテクスチャ加工を施した方が、H_{cOR}を高める上では有効であることを示している。実施例2と同様な手法で評価した媒体S/Nは、全て21.6dB以上と良好であった。図5に試料番号401の媒体の再生出力の時間変化を示す。再生出力の時間変化は、65℃雰囲気の高湿槽内に媒体を設置し、線記録密度15.7kFC/mmで信号を記録した後、この信号の強度を記録直後から1000秒後まで測定して求めた。試料番号401の媒体の再生出力の減衰率は0.95%/桁であった。同様な手法で評価した本実施例媒体の再生出力の減衰率は何れも1%/桁以下であり、熱的にも安定であることを示した。

(実施例 5)

実施例1から4に記載した記録媒体のうち、試料番号101、201、204、208、209、301、310、401の媒体を選択し、図7に示す磁気記憶装置に組み込んだ。この装置は磁気記録媒体91と、これを駆動する駆動部92と、記録部と再生部からなる磁

気ヘッド93と、該磁気ヘッドを上記媒体に対して相対運動させる手段94と、該磁気ヘッドへの信号入力手段と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行なうための記録再生信号処理手段95及びアンロード時に待避する機構部96から構成されている。

【 0 0 2 8 】

前記磁気ヘッドの再生部は磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成されるようにした。図8は磁気ヘッドの構造を示す模式的斜視図である。このヘッドは基体801上に形成された記録用の電磁誘導型ヘッドと再生用の磁気抵抗効果型ヘッドを併せ持つ複合型ヘッドである。前記記録ヘッドはコイル802を挟む上部記録磁極803と下部記録磁極兼上部シールド層804からなり、記録磁極間のギャップ長は120nmとした。また、コイルには厚さ1.5 μ mの銅を用いた。前記再生用ヘッドは磁気抵抗センサ805とその両端の電極パターン806からなり、磁気抵抗センサは下部記録磁極兼上部シールド層804と下部シールド層807で挟まれ、2つのシールド層間の距離は80nmとした。尚、この図では記録磁極間のギャップ層、及びシールド層と磁気抵抗センサ間のギャップ層は省略してある。

【 0 0 2 9 】

図9に磁気抵抗センサの断面構造を示す。磁気センサの信号検出領域900は、互いの磁化方向が外部磁界によって相対的に変化することによって大きな抵抗変化を生じる複数の導電性磁性層と、この導電性磁性層の間に配置された導電性非磁性層を含む磁気抵抗センサ（スピバルブ型の再生素子）によって構成される。この磁気センサの構造は、ギャップ層901上に、Taバッファ層902、下部磁性層903、銅で構成された中間層904、上部磁性層905、Pt-Mn合金からなる反強磁性層906が順次形成された構造である。前記下部磁性層にはNi-20at%Fe合金を使用し、上部磁性層にはコバルトを使用した。反強磁性層からの交換磁界により、上部磁性層の磁化は一方向に固定されている。これに対し、上部磁性層と非磁性層を介して接する下部磁性層の磁化の方向は、磁気記録媒体からの漏洩磁界により変化するため、抵抗変化が生じる。信号検出領域の両端にはテーパ形状に加工されたテーパ部907がある。このテーパ部は、下部磁性層を単磁区化するための永久磁石層908と、その上に形成された信号を取り出すための一対の電極806から

なる。永久磁石層は保磁力が大きく、磁化方向が容易に変化しないことが必要であり、Co-Cr-Pt合金を用いた。

【 0 0 3 0 】

本実施例では、浮上面レールの面積が1.4平方ミリメートル以下で、質量が2mg以下の磁気ヘッドスライダー上に磁気抵抗効果型磁気ヘッドが形成されている磁気ヘッドを用いた。スライダーの浮上面レールの面積を1.4平方ミリメートル以下とし、さらに、質量を2mg以下とすることにより、耐衝撃信頼性を向上できる。これにより、高い記録密度と高い衝撃性を両立させることができ、1平方ミリメートル当たり70メガビット以上の記録密度で30万時間以上の平均故障時間間隔(MTBF)を実現ができた。

【 0 0 3 1 】

【発明の効果】

本発明の磁気記録媒体は、熱安定性を維持したまま媒体S/Nを改善させる効果を持つ。本発明の磁気記録媒体と磁気抵抗効果型ヘッドを用いることにより、70メガビット/平方ミリメートル以上の面記録密度を有し、かつ平均故障回数が30万時間以上の磁気記憶装置の実現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の磁気記録媒体媒体の断面構造の一例を示す模式図である。

【図 2】

本発明の一実施例媒体のヒステリシス曲線である。

【図 3】

本発明の一実施例媒体のX線回折スペクトラムである。

【図 4】

本発明の一実施例で用いた第一の下地層のX線回折スペクトラムである。

【図 5】

本発明の一実施例媒体の磁性層の粒径分布を示すヒストグラムである。

【図 6】

本発明の一実施例媒体の再生出力の時間変化を示すグラフである。

【図 7】

本発明の磁気記憶装置の一例を示す斜視図である

【図 8】

本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの断面構造の一例を示す斜視図である。

【図 9】

本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの磁気抵抗センサ部の断面構造の一例を示す模式図である。

【符号の説明】

- 10...基板
- 11...第一の下地層
- 12...第二の下地層
- 13...第三の下地層
- 14...下部磁性層
- 15...中間層
- 16...上部磁性層
- 17...保護膜
- 18...潤滑膜
- 91...磁気記録媒体
- 92...磁気記録媒体駆動部
- 93...磁気ヘッド
- 94...磁気ヘッド駆動部
- 95...記録再生信号処理系
- 96...アンロード時待避機構部
- 802...コイル
- 803...上部記録磁極
- 804...下部記録磁極兼上部シールド層
- 805...磁気抵抗センサ
- 806...電極パターン

807...下部シールド層

900...信号検出領域

901...シールド層と磁気抵抗センサの間のギャップ層

902...バッファ層

903...下部磁性層

904...中間層

905...下部磁性層

906...反強磁性層

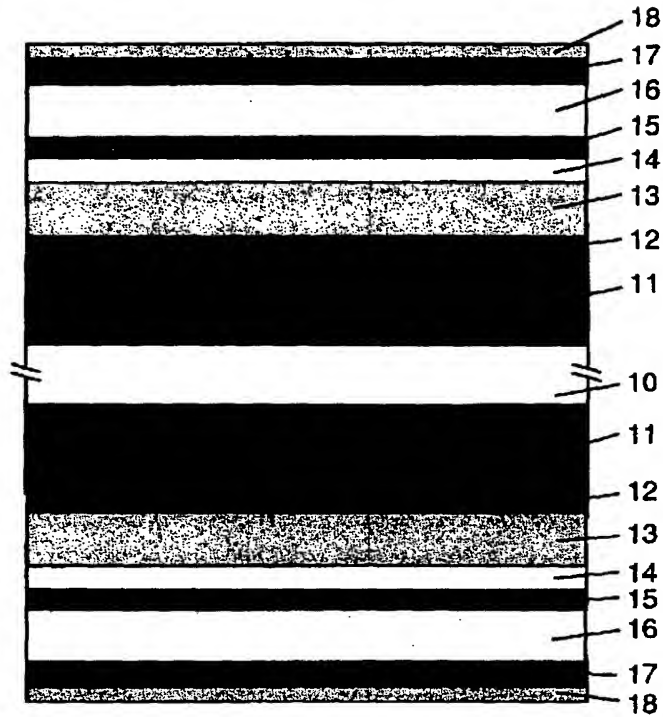
907...テーパー部

908...永久磁石層

【書類名】 図面

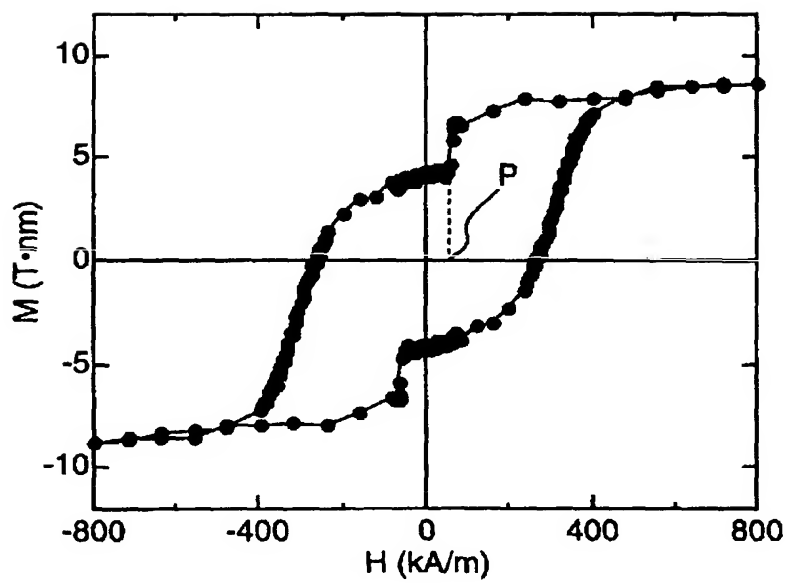
【図 1】

図 1



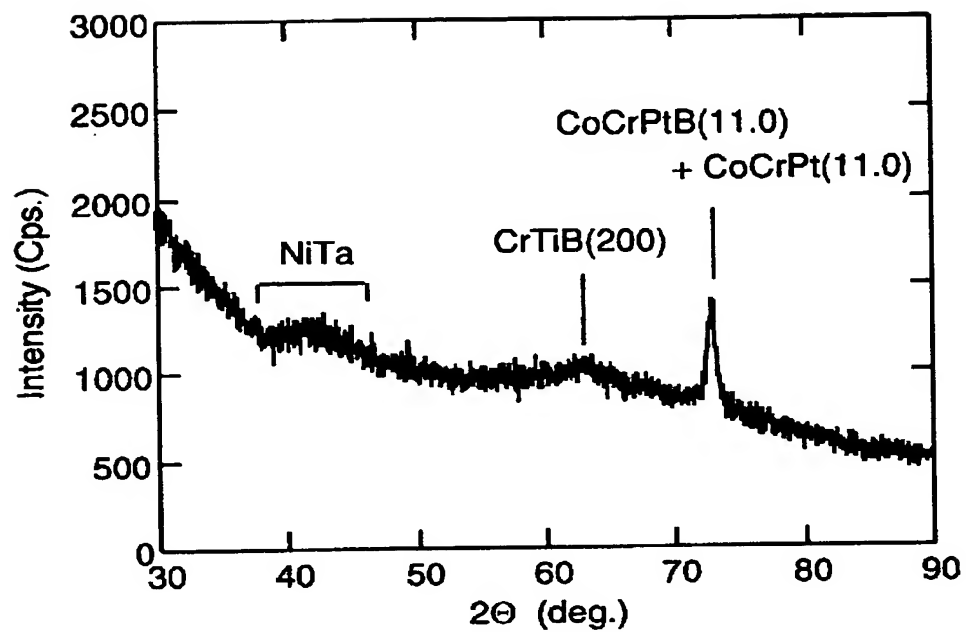
【図 2】

図 2



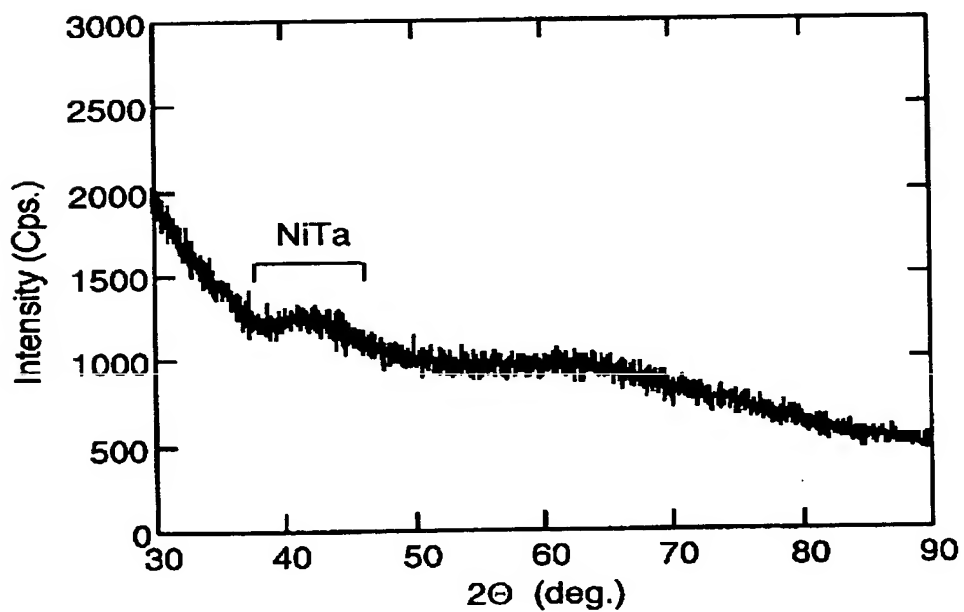
【図 3】

図 3



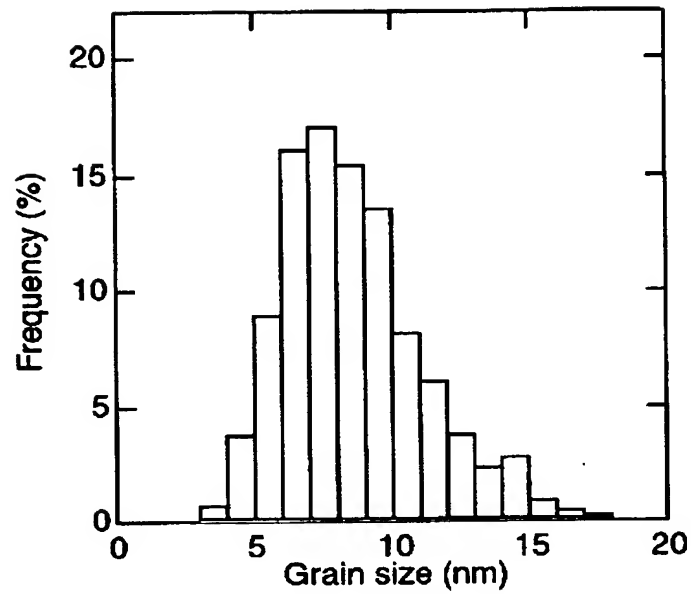
【図 4】

図 4



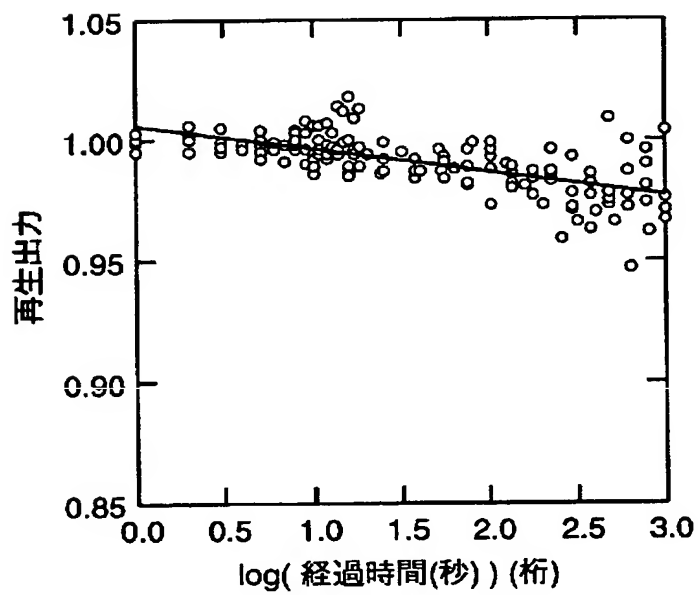
【図 5】

図 5



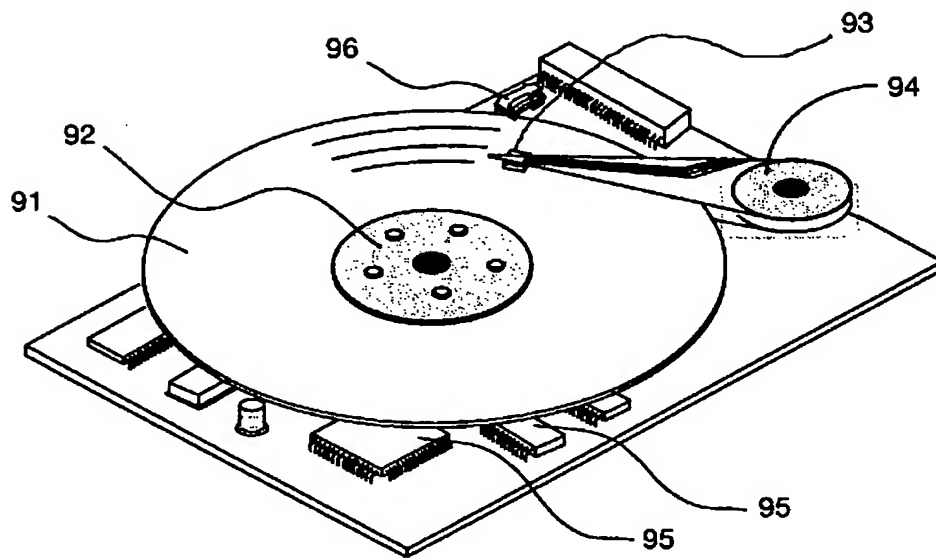
【図 6】

図 6



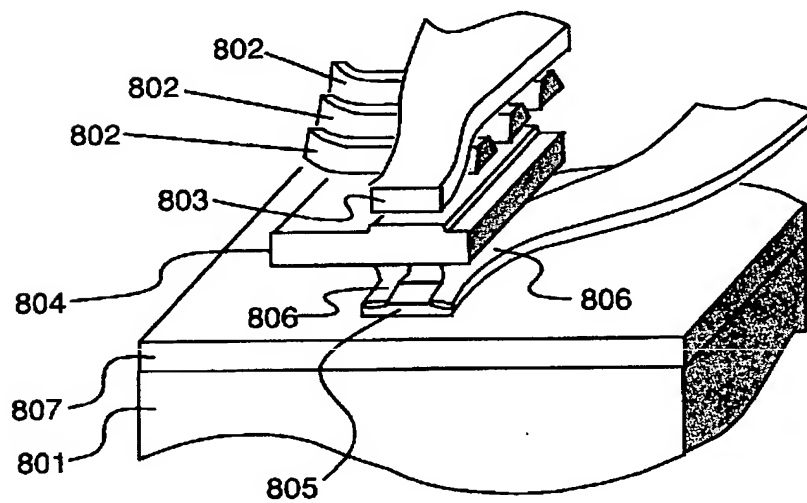
【図 7】

図 7



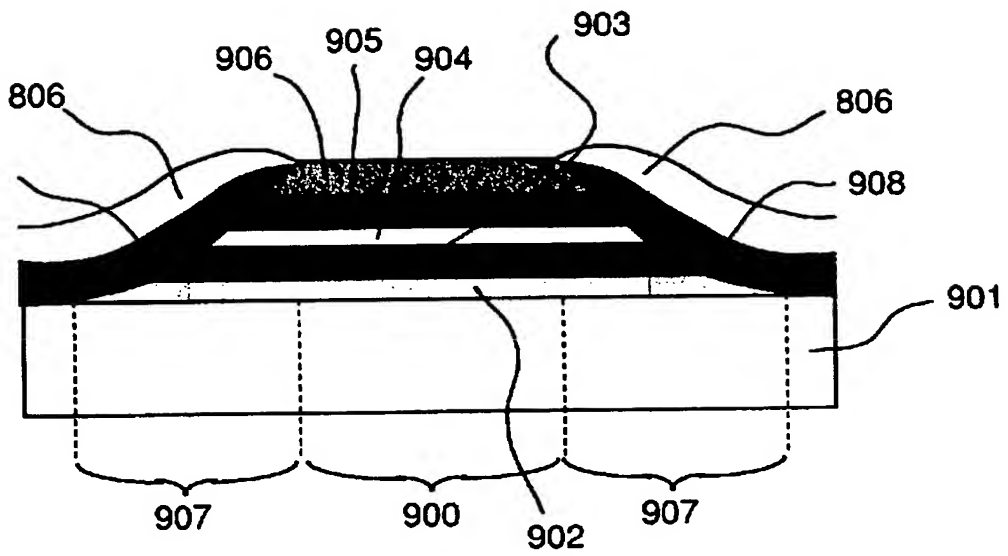
【図 8】

図 8



【図 9】

図 9



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

本発明の目的は、高密度な情報の記録再生が可能で信頼性の高い磁気記憶装置を提供することである。

【解決手段】

磁気記録媒体とこれを記録方向に駆動する駆動部と、記録用の電磁誘導型磁気ヘッドと再生用のスピナバルブ型磁気ヘッドを併せ持つ複合型ヘッドと、ヘッドを媒体に対して相対運動させる手段と、ヘッドの記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、磁気記録媒体を非磁性基板上に第一の下地層、第二の下地層、及び第三の下地層を介して磁性層が形成されており、該第一の下地層が非晶質構造の合金からなり、該第二の下地層がTa層からなり、該第三の下地層がCrを主成分とした体心立方構造の合金からなり、該磁性層が非磁性中間層を介して互いに反強磁性結合した、複数のCoを主成分とした六方稠密構造の合金層からなる面内磁気記録媒体とする。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 7 2 4 2 9
受付番号	5 0 2 0 1 3 9 9 3 2 4
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 4 年 9 月 2 0 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年 9月19日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

氏 名 株式会社日立製作所